

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **09083590 A**(43)Date of publication of application: **28.03.97**

(51)Int. Cl. **H04L 27/22**
H04J 3/00
H04L 7/00

(21)Application number: **07234907**(22)Date of filing: **13.09.95**(71)Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

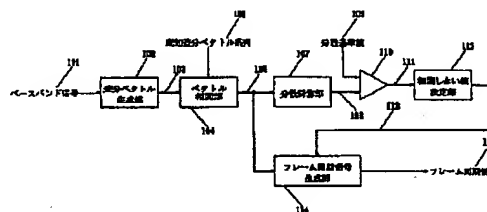
(72)Inventor: **MATSUOKA AKIHIKO**
ORIHASHI MASAYUKI
HASHI KENICHI

(54)DEMODULATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the deterioration of the estimation speed and the precision of a frame synchronizing signal to a minimum in a demodulator provided with the receiver of a radio communication system using TDM and a digital modulation system.

SOLUTION: A vector correlation part 104 generating a vector correlation from the difference vector 103 of an orthogonal base band signal 101 and a known difference vector 105, a distribution calculation part 107, a comparison part 110 and a correlation threshold deciding part 112 are provided. The distribution value 108 of a vector correlation signal 106 outputted from the vector correlation part 104 exceeds a previously decided distribution reference value 109, a correlation value 113 is reduced and it is enlarged when it does not exceed the value. Even if the absolute value of vector correlation largely fluctuates, the correlation value is adaptively set and frame synchronization can stably be acquired at high speed.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-83590

(43)公開日 平成9年(1997)3月28日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 27/22			H 0 4 L 27/22	C
H 0 4 J 3/00			H 0 4 J 3/00	A
H 0 4 L 7/00			H 0 4 L 7/00	F

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-234907

(22)出願日 平成7年(1995)9月13日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松岡 昭彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 折橋 雅之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 二橋 憲一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

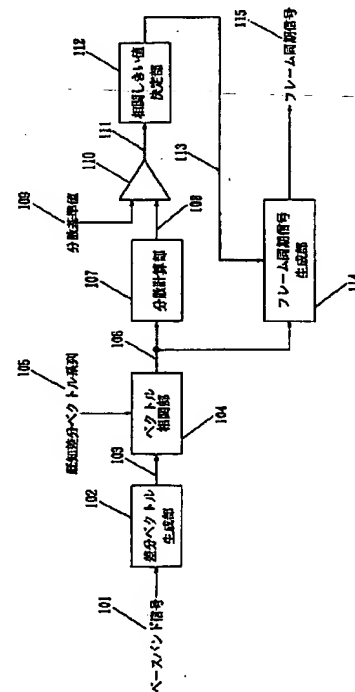
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 復調装置

(57)【要約】

【目的】 TDMとデジタル変調方式を用いた無線通信システムの受信器に備えられるも復調装置で、フレーム同期信号の推定速度と精度の劣化を最小限に抑えることを目的とする。

【構成】 直交ベースバンド信号101の差分ベクトル103と既知差分ベクトル105からベクトル相関を生成するベクトル相関部104と、分散計算部107、比較部110、相関しきい値決定部112を設け、ベクトル相関部104から出力されるベクトル相関信号106の分散値108が、予め設定した分散基準値109を越えたとき、相関しきい値113を小さくし、越えないときには大きくすることで、ベクトル相関の絶対値が大きく変動するような場合でも、適応的に相関しきい値を設定し、高速で安定したフレーム同期の捕捉を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部と、前記差分ベクトル生成部が正規化した差分ベクトルと既知の時分割多重方式用フレーム同期信号の1シンボル間隔での既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関を行いフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、前記ベクトル相関部が生成したフレーム系列相関信号の分散を計算する分散計算部と、あらかじめ設定されたしきい値である分散基準値と前記分散計算部が計算した分散値を比較する比較部と、前記比較部からの信号を用いて相関しきい値を制御する相関しきい値決定部と、前記フレーム系列相関信号と相関しきい値を用いてフレーム同期信号を生成するフレーム同期信号生成部とを具備した復調装置。

【請求項2】 相関しきい値決定部は、フレーム系列相関信号の時間的分布が広いときには相関しきい値を小さくし、フレーム系列相関信号の時間的分布が狭いときには相関しきい値を大きくすることによって、フレーム同期信号生成部で受信信号の遅延分散によるフレーム同期信号の変動を最小限にすることを特徴とする請求項1記載の復調装置。

【請求項3】 受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部と、前記差分ベクトル生成部が正規化した差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関を行いフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、前記ベクトル相関部が生成したフレーム系列相関信号の1フレーム内での最大値を検出する最大値検出部と、現在の相関しきい値と前記最大値検出部が検出した最大値を比較する比較部と、前記比較部からの信号を用いて相関しきい値を制御する相関しきい値決定部と、前記フレーム系列相関信号と相関しきい値を用いてフレーム同期信号を生成するフレーム同期信号生成部とを具備した復調装置。

【請求項4】 相関しきい値決定部は、1フレーム中のフレーム系列相関信号の最大値が相関しきい値より大きいときには相関しきい値を大きくし、1フレーム中のフレーム系列相関信号の最大値が相関しきい値より小さいときには相関しきい値を小さくすることにより、フレーム同期信号生成部で受信信号の信号対雑音比に応じた最適な相関しきい値を適応的に設定することを特徴とする請求項3記載の復調装置。

【請求項5】 受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当

り1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部と、前記差分ベクトル生成部が正規化した差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関を行いフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、前記ベクトル相関部が生成したフレーム系列相関信号の分散を計算する分散計算部と、あらかじめ設定された分散基準値と前記分散計算部が計算した分散基準値とを比較する比較部と、前記比較部の比較結果から直交復調された受信信号を用いて波形等化を行う等化部とを具備する復調装置。

【請求項6】 等化部は、フレーム相関信号の時間的分布があらかじめ定められた基準値より狭いときには波形等化を行わないことによって、受信信号の遅延分散が小さいときの誤り率の劣化を回避することを特徴とする請求項5記載の復調装置。

【請求項7】 受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する第1の差分ベクトル生成部と、前記第1の差分ベクトル生成部が正規化した差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関を行いフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、直交復調した受信信号を用いて波形等化を行う等化部と、前記等化部が波形等化した等化信号から1シンボル間隔の差分をとることにより等化差分ベクトルを生成する第2の差分ベクトル生成部と、前記等化差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関を行い等化フレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、前記フレーム系列相関信号と等化フレーム系列相関信号からフレーム同期信号を生成するフレーム同期信号生成部とを具備した復調装置。

【請求項8】 フレーム同期信号生成部は、等化フレーム系列相関信号の最大値が得られる同期信号をフレーム同期信号とすることによって、等化部で動作させたときの最適なフレーム同期を得ることを特徴とする請求項7記載の復調装置。

【請求項9】 サンプリングの時間を周波数オフセット推定部により推定された周波数オフセットに従って変化させる標本タイミング制御部と、前記標本タイミング制御部のサンプリングのタイミング信号に従い受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号をサンプリングする標本部とを具備する復調装置。

【請求項10】 サンプリングの時間を周波数オフセット推定部により推定された周波数オフセットに従って変化させる標本タイミング制御部と、標本タイミング制御部のサンプリングのタイミング信号に従い受信変調波をサンプリングする標本部と、前記標本部がサンプリングした受信変調波を直交復調する直交復調部とを具備した復調装置。

【請求項11】 受信変調波を定期的にサンプリングす

る標本部と、周波数オフセット推定部により推定されたオフセット周波数を初期設定値に加算あるいは減算した周波数で、サンプリングされた受信変調波を直交復調する直交復調部とを具備した復調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は時分割多重方式（以下、TDMと略す）またはデジタル変調方式を用いたデジタル無線通信システムの受信器に利用される復調装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、TDMを用いたデジタル移動体通信システムの研究開発が盛んである。1つの周波数帯を時分割して使用するTDMでは、送信側と受信側で信号の周波数と位相を一致させるシンボル同期とフレーム同期が必要である。送信側と受信側の同期をとる手段の1つとして、既知のパイロットシンボルを送信し、受信側で上記パイロットシンボルを検出して周波数と位相のずれを推定する方法がある。

【0003】以下に従来の復調装置について説明する。図8は従来の復調装置の同期部のブロック構成を示すものである。

【0004】図8において、801は受信した信号を非同期直交検波した直交ベースバンド信号である。802は受信信号中のパイロット信号を検出するパイロット信号検出部で、803はその検出されたパイロット信号である。804は位相検出部で、パイロット信号803と既知パイロット信号805との位相誤差を求め、位相信号806として出力する。807は周波数検出部で、位相信号806の時間的な変化から周波数を検出する。808はその周波数情報、809は位相信号806と周波数情報808を用いてフレーム同期信号810とシンボル同期信号811を生成する同期信号生成部である。

【0005】以上のように構成された復調装置の同期部について、以下その動作について説明する。

【0006】まず、受信した信号を非同期直交検波した直交ベースバンド信号801からパイロット信号803がパイロット信号検出部802で検出される。つぎに、検出されたパイロット信号803と既知パイロット信号805との位相誤差が、位相検出部804で計算され、位相信号806が出力される。周波数検出部807で、位相信号806の時間的な変化から周波数が検出され周波数情報808として出力される。同期信号生成部809で、位相信号806と周波数情報808を用いてフレーム同期信号810とシンボル同期信号811が生成される。また、周波数情報808を用いて周波数オフセット補償を行うことも可能である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来の構成では、マルチパス・フェージングなどで受信信

号が大きくなひずみを含んでいる場合、パイロット信号の検出速度と精度が低下し、受信信号の周波数ずれや位相ずれを推定するときに、速度と精度の点で大きく性能が劣化してしまうという課題を有していた。

【0008】本発明は上記従来の課題を解決するもので、TDMを用いたデジタル無線通信システムの受信器において、大きな伝送路ひずみが存在するマルチパス・フェージング環境下でも、引き込み時間が短く精度の高いフレーム同期や周波数オフセット補償が可能な復調装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の復調装置は、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部と、正規化した差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関をとりフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、フレーム系列相関信号の分散を計算する分散計算部と、分散基準値と上記分散値を比較する比較部と、比較部からの信号を用いて相関しきい値を制御する相関しきい値決定部と、フレーム系列相関信号と相関しきい値を用いてフレーム同期信号を生成するフレーム同期信号生成部を具備し、フレーム系列相関信号の時間的分布が広いときには相関しきい値を小さくし、フレーム系列相関信号の時間的分布が狭いときには相関しきい値を大きくする構成を有している。

【0010】

【作用】この構成によって、受信信号に大きな伝送路ひずみが存在するマルチパス・フェージング環境下において、ベクトル相関の分散値が時間的に変動するような場合でも、相関しきい値の値を適応的に最適化することによって、フレーム同期信号の推定速度と精度の劣化を最小限に抑える同期部を備えた復調装置を実現することができる。

【0011】

【実施例】

（実施例1）以下、本発明の第1の実施例について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0012】図1において、101は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、102は直交ベースバンド信号101から間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部、103は差分ベクトル生成部102の出力である差分ベクトル信号、104はその正規化した差分ベクトル信号103と既知差分ベクトル信号105との間でベクトル系列相関をとりフレーム系列相関信号106を生成するベクトル相関部、107はフレーム系列相関信号

5

106から分散値108を計算する分散計算部、110は分散値108と分散基準値109とを比較する比較部、111は比較信号、112は比較部110の比較結果である比較信号111から相関しきい値113を決定する相関しきい値決定部、114はベクトル相関部104から出力されたベクトル相関信号106の大きさを相関しきい値113と比較してフレーム同期信号115を生成するフレーム同期信号生成部である。

【0013】以上のように構成された復調装置について、図1を用いてその動作について説明する。

【0014】まず、受信信号を直交検波した直交ベースバンド信号101を、差分ベクトル生成部102に入力する。差分ベクトル生成部102では、1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交ベースバンド信号101のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号103を生成し、直交ベースバンド信号101のサンプリング時間毎に連続的に出力する。

【0015】次に、ベクトル相関部104では、差分ベクトル信号103と既知差分ベクトル105のベクトル積を累積することにより、ベクトル相関信号106を計算する。そしてフレーム同期信号生成部114では、ベクトル相関部104から出力されたベクトル相関信号106の大きさを相関しきい値113と比較して、フレーム同期信号115を生成する。

【0016】なお一方、分散計算部107では、ベクトル相関信号106から分散値108を計算する。上記分散値108と、あらかじめ設定した分散基準値109とを比較部110で比較し、分散値108が分散基準値109より大きいときは「1」を、分散値108が分散基準値109より小さいときには「0」を比較信号111として出力する。そして、相関しきい値決定部112では、比較信号111が「1」のときには相関しきい値113をあらかじめ設定した割合だけ小さくし、比較信号111が「0」のときには相関しきい値113をあらかじめ設定した割合だけ大きくする。ここで、相関しきい値113を変化させる割合は、加減する量でも乗除する比率でもよい。

【0017】以上本実施例によれば、分散計算部107、比較部110、相関しきい値決定部112を設け、ベクトル相関部104から出力されるベクトル相関信号106の分散値108が、あらかじめ設定した分散基準値109を越えたときに、相関しきい値113を小さくし、越えないときには大きくすることによって、受信信号に大きな伝送路ひずみが存在するマルチパス・フェージング環境下において、ベクトル相関の絶対値が大きく変動するような場合でも、適応的に相関しきい値を設定し、高速で安定したフレーム同期の捕捉を行うことができる。

【0018】(実施例2)以下、本発明の第2の実施例について図面を参照しながら説明する。図2は本発明の

6

第2の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0019】図2において、201は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、202は差分ベクトル生成部、203は差分ベクトル信号、204はベクトル相関部、205は既知差分ベクトル系列信号、206はベクトル相関信号、207は最大値検出部、108は検出した最大値、209は比較部、210は比較信号、211は相関しきい値決定部、212は相関しきい値、213はフレーム同期信号生成部、214は生成したフレーム同期信号で、図1に示した基本構成と概略同一である。図2において、図1の構成と異なる点は、第1に、図1においてはベクトル相関部104の出力であるベクトル相関信号106から分散値108を分散計算部107で計算していた構成に代えて、図2ではベクトル相関部204の出力であるベクトル相関信号206から最大値208を最大値検出部207で検出するようにした点である。また、第2には、図1においては比較部110の一方の入力として分散基準値109を入力していた構成に代えて、図2の構成では比較部209の一方の入力として相関しきい値決定部211が出力する相関しきい値212を、最大値検出部207が検出した最大値208と比較するように構成した点である。

【0020】以上のように構成された復調装置について、図2を用いてその動作について説明する。

【0021】まず、受信信号を直交検波した直交ベースバンド信号201を、差分ベクトル生成部202に入力する。差分ベクトル生成部202では、1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交ベースバンド信号201のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号203を生成し、直交ベースバンド信号201のサンプリング時間毎に連続的に出力する。

【0022】次に、ベクトル相関部204では、上記差分ベクトル信号203と既知差分ベクトル205のベクトル積を累積することにより、ベクトル相関信号206を計算する。フレーム同期信号生成部213では、ベクトル相関部204から出力されたベクトル相関信号206の大きさを相関しきい値212と比較して、フレーム同期信号214を生成する。

【0023】なお一方、ベクトル相関信号206の中で、1フレーム期間で一番絶対値が大きいものを最大値検出部207で検出し、最大値208としてその情報を出力する。上記最大値208と、相関しきい値212を比較部209で比較し、最大値208が相関しきい値212より大きいときは「1」を、最大値208が相関しきい値212より小さいときには「0」を比較信号210として出力する。相関しきい値決定部211では、比較信号210が「1」のときには相関しきい値212をあらかじめ設定した割合だけ大きくし、比較信号210が「0」のときには相関しきい値212をあらかじめ設

定した割合だけ小さくする。ここで、相関しきい値212を変化させる割合は、加減する量でも、乗除する比率でも、最大値208と相関しきい値212の差に一定の割合を乗じたものでもよい。

【0024】以上本実施例によれば、最大値検出部207、比較部209、相関しきい値決定部211を設け、ベクトル相関部204から出力されるベクトル相関信号206の1フレーム期間中の最大値208が、現在の相関しきい値212を越えたときに、相関しきい値212を大きくし、越えないときには小さくすることによって、受信信号に大きな伝送路ひずみが存在するマルチパス・フェージング環境下において、ベクトル相関の絶対値が大きく変動するような場合でも、適応的に相関しきい値を設定し、高速で安定したフレーム同期の捕捉を行うことができる。

【0025】(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について、図面を参照しながら説明する。図3は本発明の第3の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0026】図3において、301は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、302は差分ベクトル生成部、303は差分ベクトル信号、304はベクトル相関部、305は既知差分ベクトル系列信号、306はベクトル相関信号、307は分散計算部、308は計算した分散値、309は分散基準値、310は比較部、311は比較信号、312は波形等化部、313は波形等化された直交ベースバンド信号である。図3において、図1の構成と異なる点は、相関しきい値決定部112及びフレーム同期信号生成部114の代わりに等化器312を設けて等化信号313を出力するように構成した点である。

【0027】以上のように構成された復調装置について、図3を用いてその動作について説明する。

【0028】まず、受信信号を直交検波した直交ベースバンド信号301を、差分ベクトル生成部302に入力する。差分ベクトル生成部302では、1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交ベースバンド信号301のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号303を生成し、直交ベースバンド信号301のサンプリング時間毎に連続的に出力する。

【0029】次に、ベクトル相関部304で、上記差分ベクトル信号303と既知差分ベクトル305のベクトル積を累積することにより、ベクトル相関信号306を計算する。さらに、ベクトル相関信号306から分散計算部307で分散値308を計算する。上記分散値308と、あらかじめ設定した分散基準値309を比較部310で比較し、分散値308が分散基準値309より大きいときは「1」を、分散値308が分散基準値309より小さいときには「0」を比較信号311として出力する。

【0030】波形等化部312では、比較信号311が「1」のときには直交ベースバンド信号301を用いて波形等化を行い、比較信号311が「0」のときには波形等化を行わず直交ベースバンド信号301をそのまま出力する。

【0031】以上本実施例によれば、分散計算部307、比較部310、波形等化部312を設け、ベクトル相関部304から出力されるベクトル相関信号306の分散値308が、あらかじめ設定した分散基準値309を越えたときに、波形等化部312を動作して波形等化を行い、越えないときには波形等化を行わずに直交ベースバンド信号301をそのまま通過させることによって、受信信号の遅延分散が時間とともに変動するマルチパス・フェージング環境下において、受信信号の遅延分散が小さいときの波形等化部による誤り率特性の劣化を回避することが出来る。

【0032】(実施例4)以下、本発明の第4の実施例について、図面を参照しながら説明する。図4は本発明の第4の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0033】図4において、401は受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号、402は直交ベースバンド信号401から間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部、403はその差分ベクトル生成部402の出力である差分ベクトル信号、404は正規化した差分ベクトル信号403と既知差分ベクトル系列信号405との間でベクトル系列相関をとりフレーム系列相関信号406を生成するベクトル相関部、407はフレーム系列相関信号406及び414からフレーム同期信号408を生成するとともに当該フレーム同期信号408の位相補正を行うフレーム同期信号生成部、409はフレーム同期信号408に基づき直交ベースバンド信号401の波形等化制御を行なう波形等化部、410は波形等化された直交ベースバンド信号、411は1シンボル前の波形等化した直交ベースバンド信号の複素共役と現在の波形等化した直交ベースバンド信号410のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号412を生成する差分ベクトル生成部、412は差分ベクトル信号、413は正規化した差分ベクトル信号412と既知差分ベクトル系列信号405との間でベクトル系列相関をとりフレーム系列相関信号414を生成するベクトル相関部である。

【0034】以上のように構成された復調装置について、図4を用いてその動作について説明する。

【0035】まず、受信信号を直交検波した直交ベースバンド信号401を、差分ベクトル生成部402に入力する。差分ベクトル生成部402では、1シンボル前の直交ベースバンド信号の複素共役と現在の直交ベースバ

ンド信号401のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号403を生成し、直交ベースバンド信号401のサンプリング時間毎に連続的に出力する。

【0036】次に、ベクトル相関部404では、上記差分ベクトル信号403と既知差分ベクトル系列信号405のベクトル積を累積することにより、ベクトル相関信号406を計算する。そして、フレーム同期信号生成部407ではベクトル相関信号406を用いてフレーム同期信号408を生成する。

【0037】波形等化部409では、そのフレーム同期信号408のタイミングで直交ベースバンド信号401を用いて波形等化を行い、波形等化した直交ベースバンド信号410を出力する。

【0038】次に、差分ベクトル生成部411では、1シンボル前の波形等化した直交ベースバンド信号の複素共役と現在の波形等化した直交ベースバンド信号410のベクトル積を正規化することによって差分ベクトル信号412を生成し、波形等化部409のトレーニング期間中、連続的に出力する。そして、ベクトル相関部413では、差分ベクトル信号412と既知差分ベクトル系列信号405のベクトル積を累積することにより、ベクトル相関信号414を計算する。フレーム同期信号生成部407では、上記ベクトル相関信号414を用いてフレーム同期信号の位相補正を行う。

【0039】以上本実施例によれば、フレーム同期信号生成部407、波形等化部409、差分ベクトル生成部411、ベクトル相関部413を設け、波形等化部409で波形等化した直交ベースバンド信号410からベクトル相関信号414を生成し、フレーム同期信号生成部407でフレーム同期信号408の位相を微調整することによって、受信信号の遅延分散が時間とともに変動するマルチパス・フェージング環境下において、波形等化部を動作させるフレーム同期信号の位相を適応的に最適化することが出来る。

【0040】なお、本実施例では差分ベクトル生成部411とベクトル相関部413を、差分ベクトル生成部402とベクトル相関部404とは別に設ける構成としたが、動作内容は同じであるため、1つにまとめる構成も可能である。

【0041】(実施例5)以下、本発明の第5の実施例について、図面を参照しながら説明する。図5は本発明の第5の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0042】図5において、501は受信変調波、502は受信変調波501を直交検波してフィルタを通して不要な信号を取り除いてベースバンド信号503を出力する直交復調部、504はベースバンド信号503をサンプリングしサンプリングベースバンド信号505を出力する標本部、506は標本部504に標本タイミング制御信号507を供給する標本タイミング制御部、50

8はサンプリングベースバンド信号505を用いてオフセット周波数を推定してそのオフセット周波数を標本タイミング制御部506のカウント値として換算した値を周波数調整信号509として出力する周波数オフセット推定部である。

【0043】以上のように構成された復調装置について、図5を用いてその動作を説明する。まず、受信変調波501は直交復調部502で直交検波されフィルタ等(図示せず)を通して不要な信号を取り除かれベースバンド信号503となる。標本部504では標本タイミング制御部506から出力される標本タイミング制御信号507がたとえばLからHへの変化の時点で、ベースバンド信号503をサンプリングしサンプリングベースバンド信号505を出力する。この際、標本タイミング制御部506では周波数オフセット推定部508から出力される周波数調整信号509が、たとえばnであれば動作カウンタ506Aにセットする値にnを加えたり、あるいは減じたりすることで、動作カウンタ506Aの周期を調整する。動作カウンタ506Aの状態がたとえば0になると標本タイミング制御部506は標本タイミング制御信号507をLからHへと変化させ、一定時間後にまたLへと戻す。

【0044】周波数オフセット推定部508ではサンプリングベースバンド信号505を用いてオフセット周波数を推定し、そのオフセット周波数を標本タイミング制御部506のカウント値として換算した値を周波数調整信号509として出力し、動作カウンタ506Aの周期を制御するため当該周波数調整信号509に応じた値を更新値格納部506Bに更新・格納する。

【0045】ここで、周波数調整信号509はオフセット周波数を標本タイミング制御部506のカウント値として換算した値として動作説明を行ったが、オフセット周波数の推定値が+である時は+1、-である時は-1として動作させてもよく、この場合は調整に時間がかかるが、推定値が大幅に間違った場合でも安定して動作するなどの特徴がある。

【0046】また、初期動作時には、周波数調整信号509にオフセット周波数の推定値を標本タイミング制御部506のカウント値として換算した値を用い、予め設定した期間が過ぎたら、あるいはオフセット周波数の推定値が一定値以下の値になったら前述のように+1と-1の制御に移すことも可能である。この場合、収束が早く、且つ安定度の高い装置としての動作が期待できる。このように周波数調整信号509はオフセット周波数の推定値が+であれば標本タイミング制御部506の動作カウンタ周期が長くなるような値、-であれば動作カウンタ周期が短くなるような値を用いることで正常な動作が可能である。ここで、オフセット周波数の推定値はサンプリング周波数が目標周波数よりも高いときが+、低いときが-として説明している。

【0047】以上、本実施例によれば推定したオフセット周波数によりサンプリングタイミングをコントロールすることで、サンプリングしたベースバンド信号のオフセット分を調整することが可能となる。このことによりサンプリングしたベースバンド信号からオフセット周波数成分を取り除くための積算部分が必要なくなるため、装置の小型化をはかることが可能となる。また、電圧制御発振器（VCO）などのアナログ部を持たない構造であるため、無調整で行うことが可能となる。また、系全体としてデジタルの技術のみで行うことが可能であり、1チップにまとめるなど、従来より簡単に受信装置を構成する事が可能となる。

（実施例6）以下、本発明の第6の実施例について、図面を参照しながら説明する。図6は本発明の第6の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0048】図6において、601は受信変調波、602は標本部、603はサンプリング受信変調波、604は直交復調部、605はベースバンド信号、606は標本タイミング制御部、606Aは動作カウンタ、606Bは更新値格納部、607は標本タイミング制御信号、608は周波数オフセット推定部、609は周波数調整信号である。図6において、図5の構成と異なる点は、図5においては直交復調部502を標本部504の前段に設けていたものを、図6では直交復調部604を標本部502の前段に設けた点である。

【0049】以上のように構成された復調装置について、図6を用いてその動作について説明する。

【0050】まず、標本部602は標本タイミング制御部606から出力される標本タイミング制御信号607がたとえばLからHに変化した時点で、受信変調波601をサンプリングしサンプリング受信変調信号603を出力する。サンプリング受信変調波603は直交復調部604で直交復調されフィルタ等（図示せず）を通して不要な信号を取り除かれベースバンド信号605となる。

【0051】標本タイミング制御部606では周波数オフセット推定部608から出力される周波数調整信号609が、たとえばnであれば動作カウンタ606Aにセットする値にnを加えたり、あるいは減じたりすることで、動作カウンタ606Aの周期を調整する。動作カウンタ606Aは一定周期で状態を変化させており、その状態がたとえば0になると標本タイミング制御部606は標本タイミング制御信号607をLからHへと変化させ、一定時間後にまたLへと戻す。

【0052】周波数オフセット推定部608ではベースバンド信号605を用いてオフセット周波数を推定し、そのオフセット周波数を標本タイミング制御部606のカウンタ値として換算した値を周波数調整信号609として出力し、動作カウンタ606Aの周期を制御するため当該周波数調整信号609に応じた値を更新値格納部

506Bに更新・格納する。

【0053】ここで、周波数調整信号609はオフセット周波数を標本タイミング制御部606のカウンタ値として換算した値として動作説明を行ったが、オフセット周波数の推定値が+である時は+1、-である時は-1として動作させてもよく、この場合は調整に時間がかかるが、推定値が大幅に間違った場合でも安定して動作するなどの特徴がある。

【0054】また、初期動作時には、周波数調整信号609にオフセット周波数の推定値を標本タイミング制御部606のカウンタ値として換算した値を用い、予め設定した期間が過ぎたら、あるいはオフセット周波数の推定値が一定値以下の値になったら前述のように+1と-1の制御に移すことも可能である。この場合、収束が早く、且つ安定度の高い装置としての動作が期待できる。

このように周波数調整信号609はオフセット周波数の推定値が+であれば標本タイミング制御部606の動作カウンタ周期が長くなるような値、-であれば動作カウンタ周期が短くなるような値を用いることで正常な動作が可能である。ここで、オフセット周波数の推定値は現状のサンプリング周波数が目標周波数よりも高いときが+、低いときが-となるものとして説明している。

【0055】以上、本実施例によれば推定したオフセット周波数によりサンプリングタイミングをコントロールすることで、サンプリングしたベースバンド信号のオフセット分を調整することが可能となる。このことによりサンプリングしたベースバンド信号からオフセット周波数成分を取り除くための積算部分が必要なくなるため、装置の小型化をはかることが可能となる。また、電圧制御発振器（VCO）などのアナログ部を持たない構造であるため、無調整で行うことが可能となる。また、系全体としてデジタルの技術のみで行うことが可能であり、1チップにまとめるなど、従来より簡単に受信装置を構成する事が可能となる。

（実施例7）以下、本発明の第7の実施例について、図面を参照しながら説明する。図7は本発明の第7の実施例における復調装置にブロック結線図である。

【0056】図7において、702は標本部で、一定周期ごとに、受信変調波701をサンプリングしサンプリング受信変調波703を出力する。704は直交復調部で、オフセット周波数により直交復調の周波数をコントロールする。当該直交復調部704は、後述する周波数調整信号に基づいた補正值と初期値とにより位相更新される位相更新部704A、この位相更新部704Aからの位相情報に対応する余弦値と正弦値とを生成する直交回転子704B、この直交回転子704Bが出力する余弦値と正弦値とをサンプリング受信変調波703に乗算する乗算器704C、Dよりなる。706は直交復調部704が出力するベースバンド信号705により周波数オフセット周波数を推定する周波数オフセット推定部

で、直交復調部704に周波数調整信号707を出力する。

【0057】以上のように構成された復調装置について、図7を用いてその動作について説明する。

【0058】まず、標本部702は一定周期ごとに、受信変調波701をサンプリングしサンプリング受信変調波703を出力する。次に、直交復調部704ではあらかじめ設定されてある各サンプリングタイミング毎の位相更新値に周波数オフセット推定部706から出力された周波数調整信号707の値を加算、あるいは減算して

位相を更新する。すなわち、直交回転子704Bでは位相更新部704Aから得られた位相情報に対応する余弦（以下 \cos と略す）値と、正弦（以下 \sin と略す）値とを生成する。そして、標本部702から出力されたサンプリング受信変調信号703に前述の \cos 値と \sin 値を乗算器704C、Dで掛け合わせたものをそれぞれフィルタ等（図示せず）により不要な信号を取り除いた後、ベースバンド信号705として出力する。

【0059】次に、周波数オフセット推定部706ではベースバンド信号705を用いてオフセット周波数を推定し、そのオフセット周波数を直交復調部704の位相更新部704Aの位相更新値として換算し周波数調整信号707として出力する。

【0060】ここで、周波数調整信号707はオフセット周波数を直交復調部704の位相更新値に換算した値として動作説明を行ったが、オフセット周波数の推定値が+である時は+1、-である時は-1として動作させてもよく、この場合は調整に時間がかかるが、推定値が大幅に間違った場合でも安定して動作するなどの特徴がある。

【0061】また、初期動作時には、周波数調整信号707にオフセット周波数の推定値を直交復調部704の位相更新値として換算した値を用い、予め設定した期間が過ぎたら、あるいはオフセット周波数の推定値が一定値以下の値になったら前述のように+1と-1の制御に移すことも可能である。この場合、収束が早く、且つ安定度の高い装置としての動作が期待できる。このように周波数調整信号707はオフセット周波数の推定値が+であれば直交復調部704の位相更新が小さくなるような値、-であれば位相更新が大きくなるような値を用い

ることで正常な動作が可能である。

【0062】ここで、オフセット周波数の推定値は現状のサンプリングした信号の周波数が目標周波数よりも高いときが+、低いときが-となるものとして説明している。

【0063】以上、本実施例によれば推定したオフセット周波数により直交復調の周波数をコントロールすることで、ベースバンド信号の周波数オフセット分を調整することが可能となる。この周波数オフセット分の調整は周波数調整を位相情報で行っているため細かい制御が可

能となる。また、中間周波（IF）サンプリング周波数をシンボル周波数の8倍以上行った場合、直交復調部での積算部分が必要になるため、周波数補正も兼用させることで回路の増加は事実上ない。また、電圧制御発振器（VCO）などのアナログ部を持たない構造であるため、無調整で行うことが可能となる。系全体としてディジタルの技術のみで行うことが可能であり、1チップにまとめられるなど、従来より簡単に受信装置を構成する事が可能となる。

【0064】

【発明の効果】以上のように本発明は、受信変調波を非同期直交検波した直交ベースバンド信号から、間隔が受信変調波の1シンボル分の信号の差分をとった差分ベクトルを、1シンボル当たり1つ以上連続的に生成し正規化する差分ベクトル生成部と、正規化した差分ベクトルと既知差分ベクトルとの間でベクトル系列相関をとりフレーム系列相関信号を生成するベクトル相関部と、フレーム系列相関信号の分散を計算する分散計算部と、分散基準値と上記分散値を比較する比較部と、比較部からの信号を用いて相関しきい値を制御する相関しきい値決定部と、フレーム系列相関信号と相関しきい値を用いてフレーム同期信号を生成するフレーム同期信号生成部を具備し、フレーム系列相関信号の時間的分布が広いときには相関しきい値を小さくし、フレーム系列相関信号の時間的分布が狭いときには相関しきい値を大きくする構成を有している。

【0065】この構成によって、受信信号に大きな伝送路ひずみが存在するマルチパス・フェージング環境下において、ベクトル相関の分散値が時間的に変動するような場合でも、相関しきい値の値を適応的に最適化することによって、フレーム同期信号の推定速度と精度の劣化を最小限に抑える同期部を備えた優れた復調装置を実現するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における復調装置のブロック結線図

【図2】本発明の第2の実施例における復調装置のブロック結線図

【図3】本発明の第3の実施例における復調装置のブロック結線図

【図4】本発明の第4の実施例における復調装置のブロック結線図

【図5】本発明の第5の実施例における復調装置のブロック結線図

【図6】本発明の第6の実施例における復調装置のブロック結線図

【図7】本発明の第7の実施例における復調装置のブロック結線図

【図8】従来の復調装置のブロック結線図

【符号の説明】

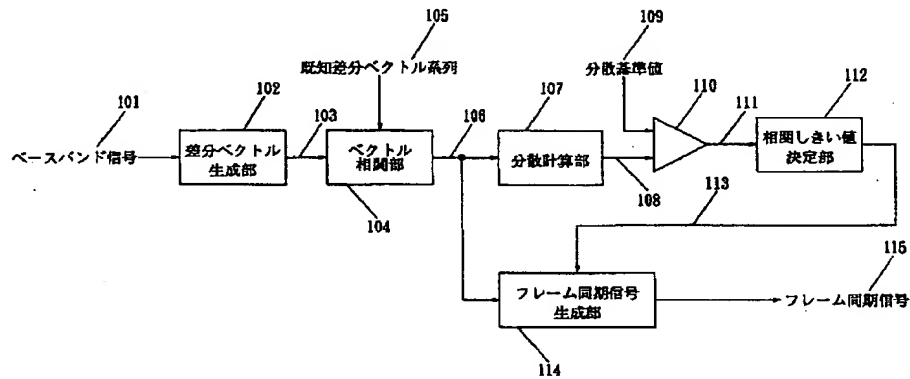
15

16

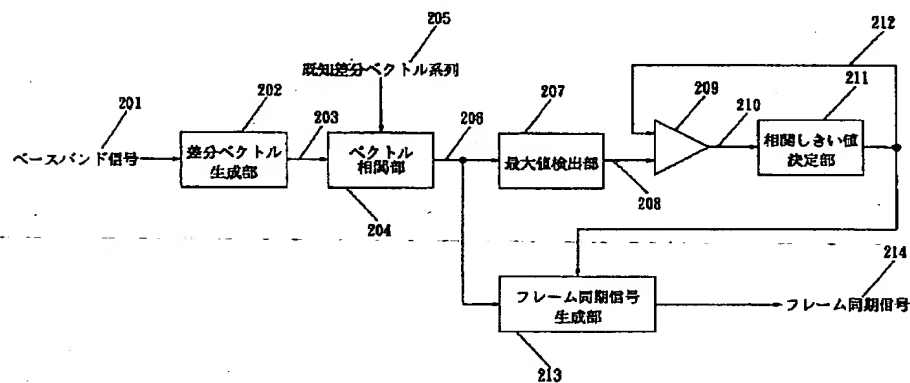
102、202、302、402、411 差分ベクトル生成部
 104、204、304、404、413 ベクトル相関部
 107、307 分散計算部
 110、209、310 比較部
 112、211、302 相関しきい値決定部
 114、213、407 フレーム同期信号生成部
 207 最大値検出部

312、409 波形等化部
 502、604、704 直交復調部
 504、602、702 標本部
 506、606 標本タイミング制御部
 508、608、706 周波数オフセット推定部
 802 パイロット信号検出部
 804 位相検出部
 807 周波数検出部
 809 同期信号生成部

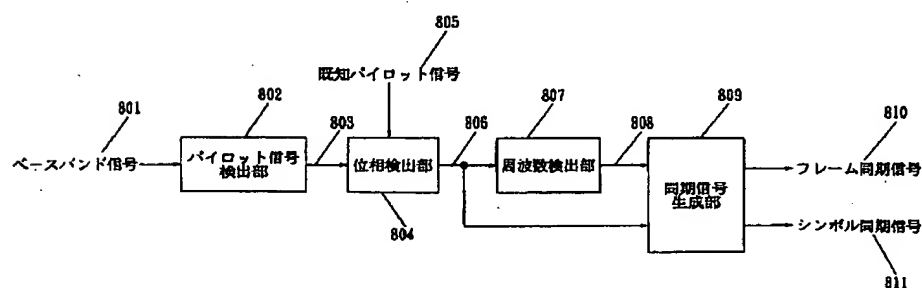
【図1】



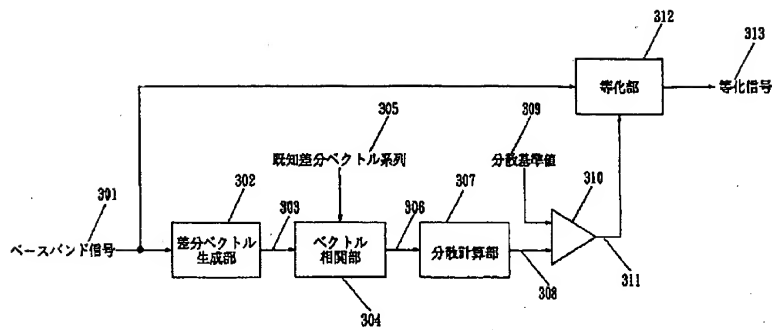
【図2】



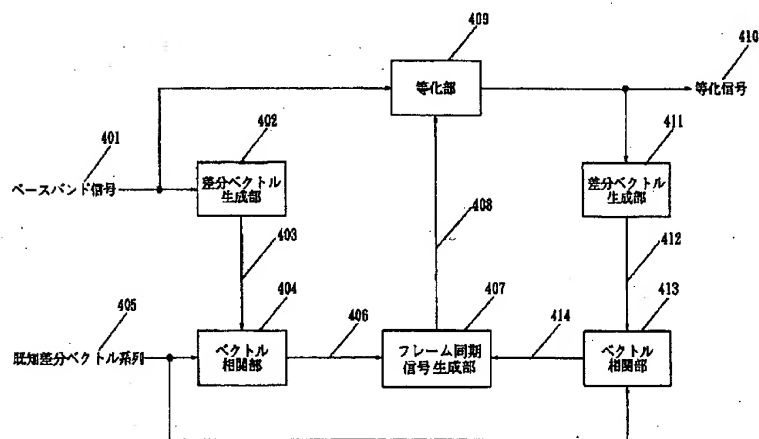
【図8】



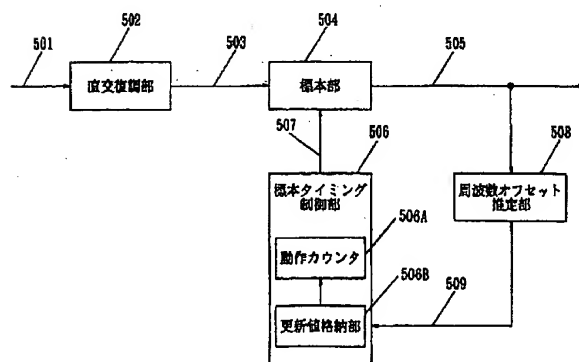
【図4】



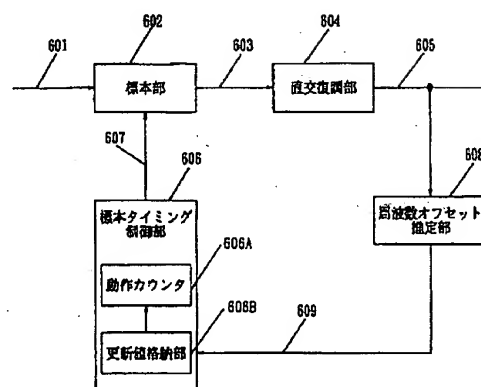
【図4】



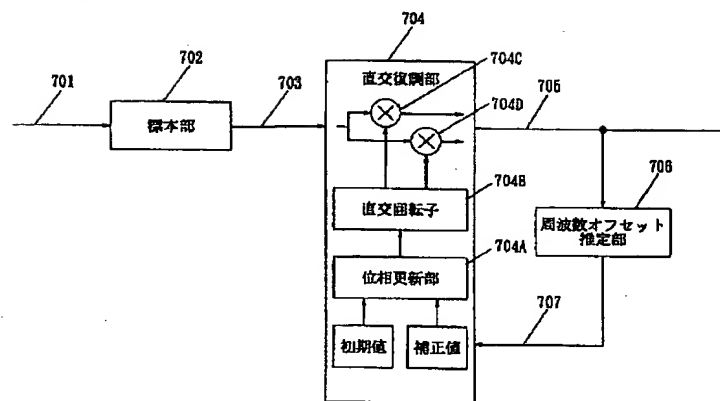
【図5】



【図6】



【図7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)